

REVIEW ARTIKEL: SUMBER DAN MANFAAT KOLAGEN DALAM INDUSTRI KOSMETIK

Shella Widiyastuti, Sandra Megantara

Program Studi Profesi Apoteker, Fakultas Farmasi, Universitas Padjadjaran

shella16001@mail.unpad.ac.id

diserahkan 11/07/2021, diterima 09/12/2021

ABSTRAK

Kolagen merupakan protein paling melimpah yang banyak digunakan dalam industri kosmetik. Sumber kolagen dapat diperoleh dengan ekstraksi dari sumber alami seperti tumbuhan dan hewan atau dengan sistem produksi protein rekombinan termasuk ragi, bakteri, sel mamalia, atau fibril buatan yang meniru karakteristik kolagen seperti polimer buatan. Pada *review* kali ini akan dibahas mengenai sumber kolagen dari berbagai jenis ikan, cumi-cumi, dan katak dengan ekstraksi ASC (*Acid Solubilized Collagen*) atau PSC (*Pepsin Solubilized Collagen*). Hasil *review* menunjukkan bahwa jumlah kolagen tertinggi terdapat pada jenis ikan *Evenchelys macrura* dengan jumlah 80% (berat kering) dan *Scomberomorous niphonius* dengan jumlah 13,68% (berat basah) untuk ekstraksi ASC, serta ikan jenis *Chitala ornata* dengan jumlah 44,6% (berat kering) dan 15,3% (berat basah) untuk ekstraksi PSC serta manfaat kolagen dalam industri kosmetik sebagai komponen utama dalam banyak formulasi yang berfungsi sebagai humektan serta pelembab sehingga dapat meningkatkan hidrasi kulit dan mencegah penuaan kulit, membantu jaringan untuk beregenerasi, meningkatkan elastisitas kulit, menetralkan kerusakan penuaan kulit, serta sebagai *scaffolding/skin substitute*.

Kata Kunci: kolagen, industri kosmetik, ASC, PSC.

ABSTRACT

Collagen is the most abundant protein that is widely used in the cosmetic industry. Collagen sources can be obtained by extraction from natural sources such as plants and animals or by recombinant protein production systems including yeast, bacteria, mammalian cells, or artificial fibrils that mimic collagen characteristics like the artificial polymers. In this review, will discuss the sources of collagen from various types of fish, squid, and frogs with ASC (Acid Solubilized Collagen) or PSC (Pepsin Solubilized Collagen) extraction. The results of the review showed that the highest amount of collagen was found in the Evenchelys macrurus fish species with an amount of 80% (dry weight) and Scomberomorous niphonius with the amount of 13.68% (wet weight) for ASC extraction, and Chitala ornata fish with an amount of 44.6% (dry weight) and 15.3% (wet weight) for the extraction of PSC and the benefits of collagen in the cosmetic industry as the main component in many formulations as humectants and moisturizers so that it can increase skin hydration and prevent skin aging, help tissue to regenerate, increase skin elasticity, neutralize skin aging damage, as well as scaffolding/skin substitute.

Keywords: collagen, cosmetic industry, ASC, PSC.

PENDAHULUAN

Kolagen merupakan protein struktural utama di berbagai jaringan ikat seperti kulit dan tulang. Meskipun struktur tersiernya sangat kompleks dan membentuk struktur kumparan melingkar, urutan asam amino kolagen hanya dibentuk oleh pengulangan intermiten glisin, prolin, dan hidroksiprolin yang mengandung tri-peptida (Barati *et al*, 2020). Dalam tubuh manusia, kolagen merupakan protein yang paling melimpah yang bertanggung jawab untuk struktur, stabilitas, dan juga kekuatan terutama di dalam lapisan dermal (Kwatra, 2020).

Jenis utama kolagen meliputi kolagen tipe I (dapat ditemukan di kulit, tendon, dan jaringan tulang) dengan rantai peptida $\alpha 1$, $\alpha 2$, kolagen tipe II (dapat ditemukan di tulang rawan) dengan rantai peptida $\alpha 1$, dan kolagen tipe III (dapat ditemukan di kulit dan pembuluh darah) dengan rantai peptida $\alpha 1$. Kolagen dapat digunakan diberbagai industri seperti kosmetik, farmasi, medis, dan makanan karena biokompatibilitasnya yang tinggi, tidak beracun, dan dapat terurai secara hayati (Sionkowksa *et al*, 2020).

Kulit sebagai lokasi pengaplikasian sediaan kosmetik, dengan adanya kolagen dapat memberikan elastisitas, kekuatan, serta perlindungan pada kulit dengan menghambat penyerapan racun dan patogen. Selain itu, kolagen memiliki peran dalam fungsi biologis sel (kelangsungan hidup sel, proliferasi dan diferensiasi), membantu penyembuhan tulang atau pembuluh darah yang rusak (Silvipriya *et al*, 2015).

Kandungan kolagen di kulit akan berkurang seiring bertambahnya usia (Sionkowska *et al*, 2020), sehingga industri kosmetik seringkali menggunakan kolagen sebagai bahan dalam pembuatan berbagai jenis sediaan kosmetik dalam penggunaan kolagen topikal. Oleh karena

itu, *review* artikel ini bertujuan untuk mengetahui berbagai sumber kolagen serta manfaatnya yang dapat digunakan dalam pembuatan sediaan kosmetik.

METODE

Proses dalam pembuatan *review* artikel ini dengan penelusuran literatur di internet dengan kata kunci “*Collagen for Healthy Skin, Source of Collagen, Collagen in Cosmetics*”. Sumber data primer diperoleh dari jurnal yang selanjutnya dilakukan skrining jurnal yang diterbitkan selama 10 tahun terakhir sebagai kriteria inklusi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kolagen merupakan komponen utama pembentuk kulit yang diawali dengan sintesis prokolagen dari fibroblas yang selanjutnya prokolagen tersebut akan menjadi partikel kolagen dengan 85-90% terdiri dari kolagen tipe I dan sisanya 10-15% berkaitan dengan kolagen tipe III, sehingga jenis kolagen yang dominan pada kulit adalah tipe I (Sionkowksa *et al*. 2020). Hasil yang diperoleh dari penelusuran literatur dari beberapa jurnal mengenai sumber kolagen ditunjukkan pada Tabel 1.

Dari hasil penelusuran literatur, diperoleh bahwa sumber kolagen dapat ditemukan pada beberapa jenis ikan, cumi-cumi, dan katak. Kolagen yang berasal dari jenis ikan yaitu *Evenchelys macrura*, *Takifugu flavidus*, *Istiophorus platypterus*, *Probarbus jullieni*, *Oreochromis niloticus*, *Lates calcarifer*, *Pangasianodon hypophthalmus*, *Thunnus albacares*, *Cirrhinus cirrhosus*, *Misgurnus anguillicaudatus*, *Labeo rohita*, *Diodon holocanthus*, *Parupeneus heptacanthus*, *Scomberomorous niphonius*, *Chitala ornata*, dan *Nibea japonica* yang diekstraksi dari bagian kulit ikan tersebut. Kolagen yang berasal dari jenis cumi-cumi

Tabel 1. Sumber-sumber Kolagen

No	Sumber	Jenis	Jumlah Kolagen	Tipe Kolagen	Komposisi Asam Amino (residu/1000 residu asam amino)			Referensi
					Glisin	Prolin	Hidroksil	
1	Ikan	<i>Evenchelys macrura</i>	80% ASC dan 7,10% PSC (berat kering) serta 9% ASC dan 4,7% PSC (berat basah)	Tipe I	278 (ASC) dan 263 (PSC)	96 (ASC) dan 102 (PSC)	94 (ASC) dan 98 (PSC)	(Veeruraj <i>et al</i> , 2013)
		<i>Takifugu flavidus</i>	67.3 ± 1.3% (berat kering)	Tipe I	268 ± 0,08	164 ± 0,05	82,1 ± 0,04	(Chen <i>et al</i> , 2019)
		<i>Istiophorus platypterus</i>	5,76% ASC dan 2,11% PSC (berat basah)	Tipe I	318 (ASC) dan 325 (PSC)	118 (ASC) dan 122 (PSC)	94 (ASC) dan 99 (PSC)	(Tamilmozhi <i>et al</i> , 2013)
		<i>Probarbus jullieni</i>	0,42% ASC dan 1,16% PSC (berat kering)	Tipe I	330 (ASC) dan 333 (PSC)	118 (ASC) dan 116 (PSC)	80 (ASC) dan 86 (PSC)	(Ali <i>et al</i> , 2017)
		<i>Oreochromis niloticus</i>	19,80% ASC dan 20,03% PSC (berat kering)	Tipe I	230.09 ± 15.42 (ASC) dan 230.38 ± 9.99 (PSC)	120.23 ± 1.23 (ASC) dan 120.52 ± 0.79 (PSC)	80.07 ± 3.99 (ASC) dan 70.99 ± 1.28 (PSC)	(Li <i>et al</i> , 2018)
		<i>Lates calcarifer</i>	0,38% ASC dan 1,06% PSC (berat kering)	Tipe I	327 (ASC) dan 337 (PSC)	108 (ASC) dan 106 (PSC)	85 (ASC) dan 89 (PSC)	(Chuaychan <i>et al</i> , 2015)
		<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>	5,1% ASC dan 7,7% PSC (berat basah)	Tipe I	309 (ASC) dan 317 (PSC)	120 (ASC) dan 126 (PSC)	86 (ASC) dan 91 (PSC)	(Singh <i>et al</i> , 2011).
		<i>Thunnus albacares</i>	1,07% ASC dan 12,10% PSC(berat kering)	Tipe I	225 (ASC) dan 302 (PSC)	80 (ASC) dan 95 (PSC)	48 (ASC) dan 74 (PSC)	(Kaewdang <i>et al</i> , 2014)
		<i>Cirrhinus cirrhosus</i>	3% ASC (berat kering)	Tipe I	340 (ASC)	120 (ASC)	80 (ASC)	(Pal <i>et al</i> , 2016)
		<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	22,42% ASC dan 27,32% PSC (berat kering)	Tipe I	316 (ASC) dan 331 (PSC)	117 (ASC) dan 113 (PSC)	95 (ASC) dan 80 (PSC)	(Wang <i>et al</i> , 2017).

No	Sumber	Jenis	Jumlah Kolagen	Tipe Kolagen	Komposisi Asam Amino (residu/1000 residu asam amino)			Referensi
					Glisin	Prolin	Hidroksil	
		<i>Labeo rohita</i>	64,2% ASC dan 6,8% PSC (berat kering)	Tipe I	317 (ASC) dan 330 (PSC)	116 (ASC) dan 117 (PSC)	80 (ASC) dan 85 (PSC)	(S a v e d boworn <i>et al</i> , 2016)
		<i>Diodon holocanthus</i>	4% ASC dan 19,5% PSC (berat kering)	Tipe I	353 (ASC) dan 340 (PSC)	108 (ASC) dan 106 (PSC)	71 (ASC) dan 68 (PSC)	(Huang <i>et al</i> , 2011)
		<i>Parupeneus heptacanthus</i>	0,46% ASC dan 1,20% PSC (berat kering)	Tipe I	336 (ASC) dan 340 (PSC)	108 (ASC) dan 108 (PSC)	78 (ASC) dan 81 (PSC)	(Matmaroh <i>et al</i> , 2011)
		<i>Scomberomorous niphonius</i>	13.68 ± 0.35% ASC dan 3.49 ± 0.24% PSC (berat basah)	Tipe I	341,6 (ASC) dan 346,7 (PSC)	108,4 (ASC) dan 111,5 (PSC)	68,7 (ASC) dan 69,3 (PSC)	(Li <i>et al</i> , 2013)
		<i>Chitala ornata</i>	27,6% ASC dan 44,6% PSC (berat kering) serta 9,5% ASC dan 15,3% PSC (berat basah)	Tipe I	330 (ASC) dan 333 (PSC)	117 (ASC) dan 118 (PSC)	83 (ASC) dan 85 (PSC)	(Kittiphatta nabawon <i>et al</i> , 2015)
		<i>Nibea japonica</i>	15,35% ASC dan 20,23% PSC (berat kering)	Tipe I	351 (ASC) dan 348 (PSC)	119 (ASC) dan 116 (PSC)	74 (ASC) dan 75 (PSC)	(Tang <i>et al</i> , 2018)
2	Cumi - cumi	<i>Doryteuthis singhalensis</i>	56,80% ASC dan 24,60% PSC (berat kering)	Tipe I	332 (ASC) dan 328 (PSC)	122 (ASC) dan 126 (PSC)	101 (ASC) dan 99 (PSC)	(Veeruraj <i>et al</i> , 2014)
		<i>Loligo vulgaris</i>	5,1% ASC dan 24,2% PSC (berat kering)	Tipe I dan V	256 (ASC) dan 262 (PSC)	91 (ASC) dan 86 (PSC)	61 (ASC) dan 73 (PSC)	(Cozza <i>et al</i> , 2016)
		<i>Sepioteuthis lessoniana</i>	3,83% ASC dan 11,25% PSC (berat kering)	Tipe I	287 (ASC) dan 315 (PSC)	127,6 (ASC) dan 108 (PSC)	182,6 (ASC) dan 184 (PSC)	(Ramasamy <i>et al</i> , 2014)
3	Katak	<i>Rana catesbeiana</i>	16,4% PSC (berat kering)	Tipe I	31,2 (PSC)	12,3 (PSC)	7,2 (PSC)	(Wang <i>et al</i> , 2011)

Keterangan :

ASC (Acid Solubilized Collagen)

PSC (Pepsin Solubilized Collagen)

yaitu *Doryteuthis singhalensis*, *Loligo vulgaris*, dan *Sepioteuthis lessoniana*, serta kolagen yang berasal dari jenis katak yaitu *Rana catesbeiana*. Hasil penelusuran literatur yang dilakukan bahwa sumber kolagen termasuk ke dalam jenis kolagen tipe I (dengan rantai peptida $\alpha 1$, $\alpha 2$) dan kolagen tipe I merupakan tipe kolagen yang dominan pada kulit. Selain itu, dari komposisi asam amino pada setiap sumber kolagen yang memiliki komposisi terbesar atau dominan adalah glisin. Walaupun dalam sumber kolagen memiliki komposisi asam amino yang lain selain glisin, prolin, dan hidroksiprolin, namun urutan asam amino kolagen hanya dibentuk oleh pengulangan intermiten glisin, prolin, dan hidroksiprolin yang mengandung tri-peptida (Barati *et al*, 2020).

Proses ekstraksi kolagen dapat menggunakan salah satu dari tiga metode utama yang mencirikan produksi ASC, *Neutral Salt Solubilized Collagen*, dan PSC. Metode ASC dan PSC umum sekali digunakan untuk ekstraksi kolagen, terlebih lagi metode ini memiliki ciri khas untuk ekstraksi kolagen tipe I yang dapat ditemukan di kulit (Sionkowksa *et al*, 2020). Prinsip ekstraksi dengan metode ASC yaitu ekstraksi dilakukan dengan bantuan asam umumnya menggunakan asam organik seperti asetat, namun dapat juga menggunakan asam organik yang lain seperti asam klorasetat, sitrat dan laktat atau asam anorganik (hidroklorida), untuk kolagen yang dihasilkan dari ekstraksi ini disebut "kolagen larut asam". Sedangkan untuk prinsip ekstraksi dengan metode PSC yaitu ekstraksi dilakukan dengan bantuan pepsin, dimana kolagen yang dihasilkan disebut "kolagen larut pepsin". Proses ekstraksi metode ASC dan PSC pada dasarnya sama dalam hal preparasinya. Tahapan awal ekstraksi dilakukan dengan membersihkan dan mengecilkan bahan yang akan diekstraksi, kemudian menghilangkan

protein non-kolagen dengan penambahan NaOH 0,1 N (1: 10 b/v) selama 6 jam sambil diaduk (larutan diganti setiap 2 jam), kemudian untuk menghilangkan kelebihan NaOH, cuci dengan aquadest hingga pH mendekati 7. Langkah selanjutnya yaitu menghilangkan lemak dan pigmen dengan butil alkohol 10% (1: 10 b/v), kemudian cuci dengan aquadest. Selanjutnya rendam dalam larutan asam asetat 0,5 M (1:10 b/v) selama 72 jam sambil diaduk, setelah itu lakukan sentrifugasi dan supernatan yang dihasilkan yaitu supernatan yang mengandung ASC, sedangkan residu yang dihasilkan direndam dalam asam asetat 0,5 M dengan adanya pepsin dan lakukan sentrifugasi kembali, supernatan yang dihasilkan yaitu supernatan yang mengandung PSC. Masing-masing supernatan ASC dan PSC yang telah dihasilkan selanjutnya ditambahkan dengan NaCl hingga konsentrasi akhir 2,6 M dalam Tris-HCl 0,05 M, pH 7,5. Endapan yang dihasilkan dipisahkan dengan sentrifugasi selama 1 jam pada suhu 4°C dan disuspensikan kembali dalam asam asetat 0,5 M. Larutan ini didialisis dengan asam asetat 0,1 M selama dua hari, kemudian asam asetat 0,02 M selama dua hari, dan terakhir dengan aquadest sampai pH 7. Kemudian, larutan dibekukan-kering dan disimpan pada suhu kamar sampai digunakan lebih lanjut (Alves *et al*, 2017). Hasil penelusuran literatur menunjukkan bahwa kolagen yang diekstraksi dari kulit ikan menghasilkan jumlah kolagen yang tinggi yaitu dengan jumlah kolagen tertinggi untuk ekstraksi ASC yaitu pada *Evenchelys macrura* dengan jumlah 80% untuk berat kering dan pada *Scomberomorous niphonius* dengan jumlah 13,68% untuk berat basah, serta jumlah kolagen tertinggi untuk ekstraksi PSC yaitu pada *Chitala ornata* dengan jumlah 44,6% untuk berat kering dan 15,3% untuk berat basah.

Dalam industri kosmetik, kolagen

dimanfaatkan sebagai komponen utama dalam banyak formulasi yang berfungsi sebagai humektan serta pelembab sehingga dapat meningkatkan hidrasi kulit dan mencegah penuaan kulit. Kolagen termasuk protein dengan berat molekul tinggi sehingga tidak dapat diserap oleh stratum korneum kulit dan akan tetap di permukaan kulit dan bekerja sebagai penyerap air melalui hidrasi sehingga menjaga kulit tetap lembab. Selain itu, kolagen dapat membantu jaringan untuk beregenerasi (Alves *et al*, 2017; Jirdi *et al*, 2015).

Penuaan kulit merupakan salah satu proses alami yang terjadi pada saat penuaan, dimana kulit akan mulai kehilangan elastisitas dan kandungan kolagennya (Azmira and Sikarwar, 2016). Oleh karena itu, industri kosmetik memanfaatkan kolagen untuk meningkatkan elastisitas kulit dengan merangsang produksi kolagen oleh sel-sel kulit itu sendiri sehingga menjaga kulit awet muda (mengurangi kerutan) dan cerah serta dapat menetralkan kerusakan penuaan kulit yang terus menerus (Kim, 2014). Selain itu, kolagen dimanfaatkan sebagai scaffolding/skin substitute yang digunakan terutama untuk penderita luka bakar yang parah (Azmira and Sikarwar, 2016).

SIMPULAN

Hasil *review* yang telah dilakukan bahwa sumber kolagen dari berbagai jenis ikan, cumi-cumi, dan katak dengan jumlah kolagen tertinggi pada jenis ikan yaitu untuk ekstraksi ASC pada *Evenchelys macrura* dengan jumlah 80% (berat kering) dan pada *Scomberomorus niphonius* dengan jumlah 13,68% (berat basah), serta untuk ekstraksi PSC pada *Chitala ornata* dengan jumlah 44,6% (berat kering) dan 15,3% (berat basah). Selanjutnya untuk manfaat kolagen dalam industri kosmetik yaitu sebagai komponen utama dalam banyak formulasi yang

berfungsi sebagai humektan serta pelembab sehingga dapat meningkatkan hidrasi kulit dan mencegah penuaan kulit, membantu jaringan untuk beregenerasi, meningkatkan elastisitas kulit, menetralkan kerusakan penuaan kulit, serta sebagai *scaffolding/skin substitute*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, A. M. M., S. Benjakul, and H. Kishimura. 2017. Molecular Characteristics of Acid and Pepsin Soluble Collagens from the Scales of Golden Carp (*Probarbus jullieni*). *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 29 (6): 450-457.
- Alves, A. L., A. L. P. Marques, E. Martins, T. H. Silva, and R. L. Reis. 2017. Cosmetic Potential of Marine Fish Skin Collagen. *Cosmetics*. 4 (39): 1-16.
- Azmira, N., and A. S. Sikarwar. 2016. Collagen: New Dimension in Cosmetic and Healthcare. *International Journal of Biochemistry Research & Review*. 14 (3):1-8.
- Barati, M., M. Jabbari, R. Navekar, F. Farahmand, R. Zeinalian, et al. 2020. Collagen Supplementation for Skin Health: A Mechanistic Systematic Review. *Journal of Cosmetic Dermatology*. 00: 1-10.
- Chen, J., M. Li, R. Yi, K. Bai, G. Wang, et al. 2019. Electrodialysis Extraction of Pufferfish Skin (*Takifugu flavidus*): A Promising Source of Collagen. *Marine Drugs*. 17 (25): 1-15.
- Chuaychan, S., S. Benjakul, and H. Kishimura. 2013. Characteristics of Acid- and Pepsin-Soluble Collagens from Scale of Seabass (*Lates calcarifer*). *LWT-Food Science and Technology*. 63: 71-76.
- Cozza, N., W. Bonani, A. Motta, and C. Migliaresi. 2016. Evaluation of Alternative Sources of Collagen Fractions from *Loligo vulgaris*

- Squid Mantle. *International Journal of Biological Macromolecules*. 87: 504-513.
- Huang, Y. R., C. Y. Shiau, H. H. Chen, and B. C. Huang. 2011. Isolation and Characterization of Acid and Pepsin-Solubilized Collagens from the Skin of Balloon Fish (*Diodon holocanthus*). *Food Hydrocolloids*. 25: 1507-1513.
- Jirdi, M., S. Bardaa, D. Moalla, T. Rebaï, N. Souissi, et al. 2015. Microstructure, Rheological and Wound Healing Properties of Collagen-based Gel from Cuttlefish Skin. *International Journal of Biological Macromolecules*. 77: 369-374.
- Kaewdang, O., S. Benjakul, T. Kaewmanne, and H. Kishimura. 2014. Characteristics of Collagens from the Swim Bladders of Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*). *Food Chemistry*. 155: 264-270.
- Kim, S. K. 2014. Marine Cosmeceuticals. *Journal of Cosmetic Dermatology*. 13: 56-67.
- Kittiphattanabawon, P., S. Benjakul, S. Sinthusamran, and H. Kishimura. 2015. Characteristics of Collagen from the Skin of Clown Featherback (*Chitala ornata*). *International Journal of Food Science and Technology*. 50: 1972-1978.
- Kwatra, B. 2020. Collagen Supplementation: Therapy for Skin Disorders. *World Journal of Pharmaceutical Research*. 9 (5): 2504-2518.
- Li, J., M. Wang, Y. Qiao, Y. Tian, J. Liu, et al. 2018. Extraction and Characterization of Type I Collagen from Skin of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and Its Potential Application in Biomedical Scaffold Material for Tissue Engineering. *Process Biochemistry*. 1-27.
- Li, Z. R. L, B. Wang, C. Chi, Q. H. Zhang, Y. Gong, et al. 2013. Isolation and Characterization of Acid Soluble Collagens and Pepsin Soluble Collagens from the Skin and Bone of Spanish Mackerel (*Scomberomorus niphonius*). *Food Hydrocolloids*. 31: 103-113.
- Matmaroh, K., S. Benjakul, T. Prodpran, A. B. Encarnacion, and H. Kishimura. 2011. Characteristics of Acid Soluble Collagen and Pepsin Soluble Collagen from Scale of Spotted Golden Goatfish (*Parupeneus heptacanthus*). *Food Chemistry*. 129: 1179-1186.
- Pal, P., P. K. Srivas, P. Dadhich, B. Dash, P. P. Maity, et al. 2016. Accelerating Full Thickness Wound Healing Using Collagen Sponge of Mrigal Fish (*Cirrhinus cirrhosus*) Scale Origin. *International Journal of Biological Macromolecules*. 1-46.
- Ramasamy, P., N. Subhapradha, V. Shanmugam, and Annaian Shanmugam. 2014. Isolation and Structural Characterisation of Acid- and Pepsin-Soluble Collagen from the Skin of Squid *Sepioteuthis lessoniana* (Lesson, 1830). *Natural Product Research*. 28 (11): 838-842.
- Savedboworn, W., P. Kittiphattanabawon, S. Benjakul, S. Sinthusamran and H. Kishimura. 2016. Characteristics of Collagen from Rohu (*Labeo rohita*) skin. *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 1-25.
- Silvipriya, K.S., K. K. Kumar, A. R. Bhat, B. D. Kumar, A. John, and P. Iakshmanan. 2015. Collagen: Animal Sources and Biomedical Application. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 5 (3): 123-127.
- Singh, P., S. Benjakul, S. Maqsood, and H. Kishimura. 2011. Isolation and Characterisation of Collagen Extracted from the Skin of Striped Catfish (*Pangasianodon*

- hypophthalmus*). *Food Chemistry*. 124: 97-105.
- Sionkowska, A., K. Adamiak, K. Musial, and M. Gadomska. 2020. Collagen Based Materials in Cosmetic Applications. *Materials*. 13 (4217): 1-15.
- Tamilmozhi, S., A. Veeruraj, and M. Arumugam. 2013. Isolation and Characterization of Acid and Pepsin-Solubilized Collagen from the Skin of Sailfish (*Istiophorus platypterus*). *Food Research International*. 54: 1499-1505.
- Tang, Y., S. Jin, X. Li, X. Li, X. Hu, et al. 2018. Physicochemical Properties and Biocompatibility Evaluation of Collagen from the Skin of Giant Croaker (*Nibea japonica*). *Marine Drugs*. 16 (222): 1-11.
- Veeruraj, A., M. Arumuga, T. Ajithkumar, and T. Balasubramanian. 2014. Isolation and Characterization of Collagen from the Outer Skin of Squid (*Doryteuthis singhalensis*). *Food Hydrocolloids*. 1-28.
- Veeruraj, A., M. Arumugam, and T. Balasubramania. 2013. Isolation and Characterization of Thermostable Collagen from the Marine Eel-fish (*Evenchelys macrura*). *Process Biochemistry*. 1-11.
- Wang, J., X. Pei, H. Liu, and D. Zhou. 2017. Extraction and Characterization of Acid-Soluble and Pepsin-Soluble Collagen from Skin of Loach (*Misgurnus anguillicaudatus*). *International Journal of Biological Macromolecules*. 1-20.
- Wang, T., S. Lin, Y. Shen, S. Liu, T. W. McCall, et al. 2011. Type I Collagen from Bullfrog (*Rana catesbeiana*) Fallopian Tube. *African Journal of Biotechnology*. 10 (42): 8414-8420.